

К ОБОСНОВАНИЮ УГЛА АТАКИ ПЛОСКОГО ДИСКА РАБОЧЕГО ОРГАНА ГРЕБНЕВОЙ СЕЯЛКИ

Курдюмов Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

Зыкин Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и энергетика»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

Тел.: 8-905-348-65-14; e-mail: evg-zykin@yandex.ru

Работа выполняется в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-3642.2011.8.

Ключевые слова: гребень почвы, пропашные культуры, сошник, посев, каток, комбинированные агрегаты, сеялка

Предложена гребневая сеялка, позволяющая за одну технологическую операцию выполнить предпосевную культивацию, посев, образование гребней почвы над высевными семенами и их прикатывание. Обоснован угол атаки плоского диска для образования гребня почвы требуемых размеров.

Одним из приемов минимизации обработки почвы является предлагаемый нами гребневой способ [1, 2], включающий выполнение одновременно операций предпосевной подготовки, посева с образованием гребней и прикатывания одним агрегатом. Главный эффект от применения такого способа заключается в значительном сокращении эксплуатационных затрат и гарантированном повышении урожайности возделываемой культуры в сравнении с существующими технологиями. Уменьшение количества проходов агрегатов по полю снижает отрицательное воздействие двигателей тракторов и сельскохозяйственных машин на почву и образование эрозионно-опасных пылевидных частиц.

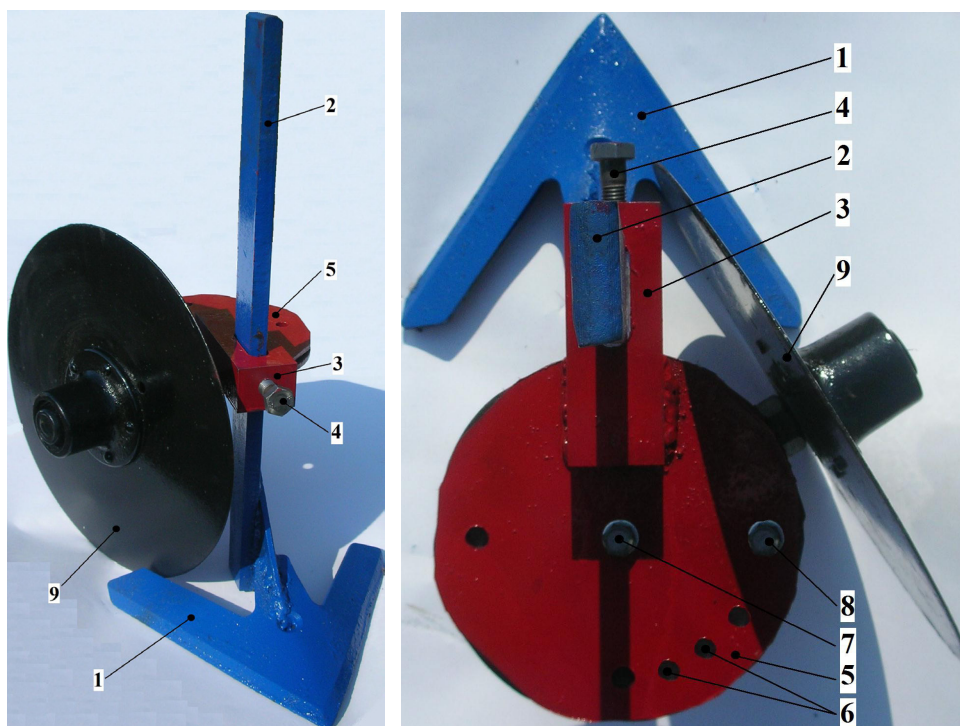
Предлагаемый способ посева осуществляют с помощью гребневой сеялки [3-6] (рис. 1).

На каждой посевной секции гребневой

сеялки установлены лапа-сошник, два рабочих органа с плоскими дисками и каток-гребнеобразователь. Рабочие органы устанавливаются таким образом, чтобы плоские диски под острым углом были направлены в сторону продольной оси симметрии гряды. Образование гребней почвы над высевными семенами осуществляют рабочими органами с плоскими дисками [7-11] (рис. 2).



Рис. 1 – Гребневая сеялка: 1 – рама сеялки; 2 – вентилятор; 3 – приводной вал; 4 – семенной ящик с высевными аппаратами; 5 – воздухопроводы; 6 – посевная секция



а

б

Рис. 2 – Рабочий орган с плоским диском: а – общий вид; б – вид сверху; 1 – стрельчатая лапа; 2 – стойка; 3 – кронштейн; 4 – фиксатор; 5 – регулировочный диск; 6 – отверстия; 7, 8 – болт; 9 – плоский диск

При движении гребневой сеялки лапа-сошник высевает семена на глубину 1,5...2 см, а следом идущие рабочие органы с плоскими дисками одновременно присыпают

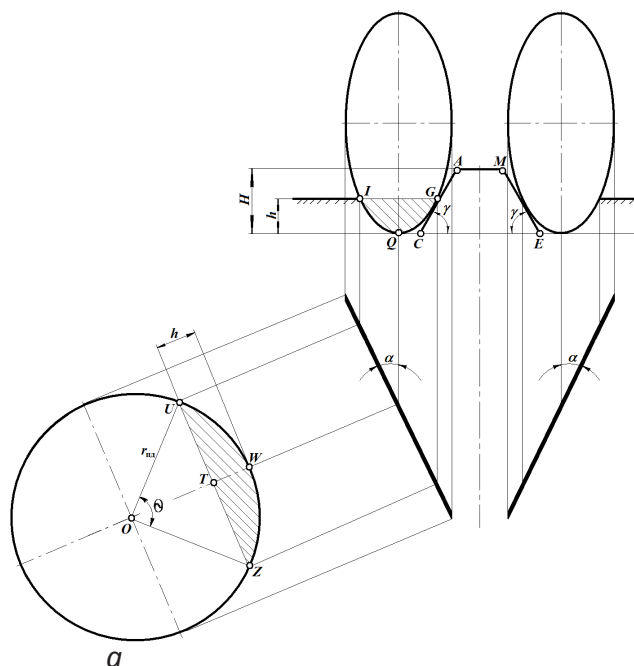
семена рыхлым и прогретым слоем почвы, сдвигаемым из междурядий, в результате чего над высеванными семенами образуется почвенный бугорок трапецевидной формы.

Бугорок почвы образуется за счет переноса объема почвы V_1 , m^3 , каждым плоским диском (рис. 3а) из междурядья в сторону продольной оси симметрии лапы-сошника, т.е. к высеванным семенам. После переноса почвы на вершину бугорка происходит ее частичное осыпание под углом

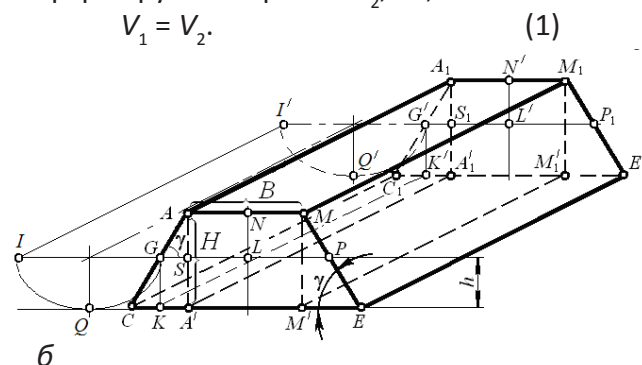
естественного откоса гребня почвы γ , град., который, в зависимости от физико-механических свойств почвы колеблется от 26° до 40° [12] (угол GCK фигуры $GCKK'/G'C_1$). Геометрические размеры бугорка почвы зависят от угла атаки α , град., плоских дисков, а также глубины h , м, их хода в почве.

Таким образом, после образования бугорка почвы необходимо, чтобы объем почвы V_1 , m^3 , который следует перенести на его вершину, был равен объему почвы в формируемом гребне V_2 , m^3 ,

$$V_1 = V_2. \quad (1)$$



а



б

Рис. 3 – Схемы образования гребня почвы (а) и определения их параметров (б)

$$2 = S_{IQJ} \ell / 4, \quad (2)$$

где S_{IQG} – площадь поперечного сечения бороздки, образуемой после прохода рабочего органа гребневой сеялки с плоским диском, m^2 ;

$\ell = G/\ell$ – путь, пройденный плоским диском в единицу времени, м.

Из рис. 3а следует, что расстояние ℓ , м, равно хорде UZ , м, плоского диска.

Расстояние ℓ , м, определим по формуле:

$$\ell = UZ \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

Хорда плоского диска

$$UZ = 2 r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

где $r_{нд}$ – радиус плоского диска, м.

Подставляя выражение (4) в (3) получим

$$\ell = 2 r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \alpha. \quad (5)$$

Площадь S_{IQG} , m^2 , равна

$$S_{IQG} = S_{UWZ} \cdot \sin \alpha, \quad (6)$$

где S_{UWZ} – площадь контакта плоского диска с почвой, m^2 .

Площадь контакта плоского диска с почвой, m^2 ,

$$S_{UWZ} = S_{OUWZ} - S_{OUZ}, \quad (7)$$

где S_{OUWZ} – площадь сектора плоского диска, m^2 ;

S_{OUZ} – площадь треугольника ΔOUZ , m^2 .

Площадь, m^2 , сектора плоского диска равна

$$S_{OUWZ} = 0,5 r_{нд}^2 \frac{\theta}{360^\circ}. \quad (8)$$

Из рис. 3а видно, что треугольник ΔOUZ – равнобедренный, следовательно

$$S_{OUZ} = 2 S_{OUT} = 2 \cdot 0,5 UT \cdot TO = UT \cdot TO. \quad (9)$$

$$UT = 0,5 UZ = 0,5 \times 2 r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} = r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} \quad (10)$$

$$TO = OW - TW = r_{нд} - h. \quad (11)$$

Подставляя (10) и (11) в (9), получим

$$S_{OUZ} = r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{нд} - h). \quad (12)$$

Подставляя (8) и (12) в (7), определим площадь контакта плоского диска с почвой:

$$S_{UWZ} = 0,5 r_{нд}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{нд} - h). \quad (13)$$

Подставляя (13) в (6), определим площадь поперечного сечения бороздки (рис. 3б):

$$S_{IQG} = [0,5 r_{нд}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{нд} - h)] \sin \alpha, \quad (14)$$

Подставив выражения (5) и (14) в (2) и выполнив соответствующие преобразования, получим

$$V_1 = \{ [0,5 r_{нд}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{нд} - h)] \sin \alpha \cdot 2 r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \alpha \} / 4,$$

или

$$V_1 = 0,5 \{ [0,5 r_{нд}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{нд} - h)] r_{нд} \sin^2 \alpha \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \}. \quad (15)$$

Образованный объем почвы, m^3 ,

$$V_2 = V_{ANLGG'AINL'} = S_{ANLG} \cdot LL', \quad (16)$$

где S_{ANLG} – площадь поперечного сечения образованного объема почвы одним плоским диском, m^2 , (рис. 3б);

$LL' = l'l'$, м.

Из рисунка 4 следует, что $l'l' = \ell$. С учетом выражения (5)

$$LL' = l'l' = \ell \cdot \cos \alpha = 2 r_{нд} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \alpha \cos \alpha. \quad (17)$$

Площадь S_{ANLG} представим в виде двух площадей – треугольника и прямоугольника:

$$S_{ANLG} = S_{ASG} + S_{ANLS}. \quad (18)$$

Площадь треугольника, m^2 ,

$$S_{ASG} = \frac{AS \cdot GS}{2}, \quad (19)$$

где $AS = H - h$, м;

H – высота гребня почвы, м.

$$GS = AS \operatorname{tg} \gamma = (H - h) \operatorname{tg} \gamma. \quad (20)$$

Подставив (20) в (19) и выполнив соответствующие преобразования, получим:

$$S_{ASG} = \frac{(H - h)^2 \operatorname{tg} \gamma}{2}. \quad (21)$$

Площадь прямоугольника, m^2 ,

$$S_{ANLS} = AN \cdot NL, \quad (22)$$

$$S_{ANLS} = \frac{B}{2} (H - h), \quad (23)$$

где B – ширина верхнего основания гребня почвы, м.

Подставив (21) и (23) в (18), получим:

$$S_{ANLG} = \frac{(H - h)^2 \operatorname{tg} \gamma}{2} + \frac{B}{2} (H - h). \quad (24)$$

Подставив (24) и (17) в (16) и выполнив соответствующие преобразования, определим объем почвы, м^3 , получаемый после ее переноса на вершину гребня:

$$V_2 = 2 \left[\frac{(H - h)^2 \operatorname{tg} \gamma}{2} + \frac{B}{2} (H - h) \right] r_{\text{нд}} \sin \frac{\alpha}{2} \cdot$$

$$\sin \alpha \times \cos \alpha. \quad (25)$$

Чтобы определить необходимый угол атаки α , град., плоского диска, необходимо приравнять выражение (15) к (25):

$$0,5 \left\{ \left[0,5 r_{\text{нд}}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - r_{\text{нд}} \sin \frac{\alpha}{2} (r_{\text{нд}} - h) \right] r_{\text{нд}} \sin^2 \alpha \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \right\} =$$

$$= 2 \left[\frac{(H - h)^2 \operatorname{tg} \gamma}{2} + \frac{B}{2} (H - h) \right] r_{\text{нд}} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\cdot \sin \alpha \cos \alpha. \quad (26)$$

Выполнив преобразования уравнения (26), определим угол атаки плоского диска

$$\alpha = 2 \arcsin$$

$$\frac{0,5 r_{\text{нд}}^2 \frac{\theta}{360^\circ} - 4 \left[\frac{(H - h)^2 \operatorname{tg} \gamma}{2} + \frac{B}{2} (H - h) \right] \cos \alpha}{r_{\text{нд}} (r_{\text{нд}} - h)}. \quad (27)$$

Таким образом, угол атаки плоского диска α зависит от радиуса плоского диска $r_{\text{нд}}$, глубины его хода в почве h , угла естественного откоса почвы γ , а также требуемых размеров гребня почвы B и H .

Библиографический список

1. Патент РФ № 2265305. Способ посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.12.2005 г. Бюл. № 34.
2. Патент РФ № 2443094. Способ возделывания пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 27.02.2012 г. Бюл. № 6.
3. Патент РФ № 2435353. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.12.2011 г. Бюл. № 34.
4. Патент РФ № 110218. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 20.11.2011 г. Бюл. № 32.
5. Патент РФ № 110898. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.12.2011 г. Бюл. № 34.
6. Патент РФ № 101610. Гребневая сеялка / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 27.01.2011 г. Бюл. № 3.
7. Патент RU 113110. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.02.2012 г. Бюл. № 4.
8. Патент RU 113910. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.03.2012 г. Бюл. № 7.
9. Патент RU 113908. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 10.03.2012 г. Бюл. № 7.
10. Патент RU 116001. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 20.05.2012 г. Бюл. № 14.
11. Патент RU 116305. Рабочий орган культиватора / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин; Оpubл. 27.05.2012 г. Бюл. № 15.
12. Гребневая технология и комплекс машин для возделывания кукурузы на силос / Н.С. Кабаков, В.М. Балашов, В.И. Таратоненко и др. - М.: ВИМ, 1990. – 28 с.